

KGS Spring '95 National Conference
25, March, 1995/Seoul/Korea

道路工專用 土工材 및 補助基層材의 現場다짐管理技法에 관한 研究

A study on the field compaction control method of earth fill and subbase materials in highway construction

권 호 진, Ho-Jin Kwon ¹⁾ 임 종 석, Jong-Seok Lim ²⁾ 박 철 용, Chul-Woong Park ³⁾

¹⁾ 광주대학교 공과대학 토목공학과 부교수, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Kwang-Ju University

²⁾ 목포대학교 공과대학 토목공학과 조교수, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Mok-Po University

³⁾ 전라남도 도로관리사업소, Public Road Office, Chollnamdo

SYNOPSIS : This paper is a study on the estimation method of the maximum dry unit weight of earth fill and subbase materials in highway construction. The moisture content, which is necessary for the calculation of field dry unit weight, was estimated by oven dry method and Speedy Moisture Tester Method. The results of two methods were nearly the same. Also, the maximum dry unit weight was estimated by the standard method and the One Point Method. The maximum dry unit weight by the One Point Method was nearly the same as that by the standard method. The conclusion is that the One Point Method can be used for the rapid estimation of field compaction in highway construction.

1. 서론

도로공사의 路體나 路床 및 補助基層을 시공함에 있어서, 도로공사 표준시방서의 규정에 적합한 土工材 및 補助基層材를 사용하며, 토질 및 현장조건에 적합한 다짐장비를 사용하여 시공을 한다^{1), 2), 4)}. 이 때 공사의 품질은 다짐이 완료된 노체, 노상 및 보조기층의 현장 건조단위중량과 실내시험에서 구한 최대건조단위중량의 비율인 상대다짐 정도로 판단한다.

현장건조단위중량은 모래치환법 등에 의하여 구할 수 있으며, 이 때 함수비 측정을 위하여 여러시간 동안의 爐乾燥를 필요로 한다. 최대건조단위중량은 한국공업규격 KSF 2312에 규정된 방법으로 산정하며, 이를 위해서 현장의 흙을 시험실로 운반하여 4-5 차례의 다짐시험을 하여야 하고, 또 함수비 측정을 위하여 장시간 노건조를 하여야 하므로, 상당한 시간과 반복 실험이 필요하다^{3), 5)}.

본 연구에서는 도로공사시 현장다짐관리를 신속히 제어하기 위한 방안의 하나로, 현장건조단위중량 및 최대건조단위중량을 간편하면서 신속하게 구하는 방법에 대하여 연구하였다. 먼저, 건조단위중량을 산정하기 위하여 필요한 함수비 측정을 急速含水比測定器(Speedy Moisture Tester)를 사용하여 구하고, 그 결과를 노건조 결과와 비교 분석하여, 급속함수비측정기를 사용한 함수비 측정의 타당성을 검토하였다^{6), 7), 8), 9)}.

또, 실내시험에 의한 최대건조단위중량의 산정에 필요한 시간과 노력을 줄이기 위하여, 미국의 오하이오주 道路局에서 제안한 一點法으로 최대건조단위중량을 산정하고^{10), 11)}, 이를 표준방법과 비교 분석하여, 일점법 사용의 타당성을 검토하였다.

2. 함수비와 최대건조단위중량의 산정방법

2.1 함수비 측정

노건조에 의한 함수비 측정은 한국공업규격 KSF 2306 에 따라 구하는 방법으로, 시료를 밀폐용기에 넣고 무게를 측정한 후, 110°C 상태로 무게가 일정해 질 때까지 노건조시킨다. 수분을 제거한 후 건조된 시료의 무게를 측정하면, 함수량과 마른흙의 무게의 비가 함수비가 된다.

급속함수비측정기(Speedy Moisture Tester)는 흙시료에 칼슘카바이드시약을 가하면 흙의 수분이 제거되면서 아세틸렌가스를 생성시키는 장치이다(그림 1)⁶⁾. 시료 20 g 정도를 측정기에 넣은 후, 칼슘카바이드 9 g 정도를 투입하여 흔들면 가스가 발생하기 시작하고, 가스의 압력이 Bourdon 압력계를 통하여 함수비로 변환되어 표시된다. 함수비가 더이상 증가하지 않을 때까지 흔들어 게이지상의 눈금을 읽어 함수비를 측정하며, 통상 50 회 정도에서 함수비가 측정된다.

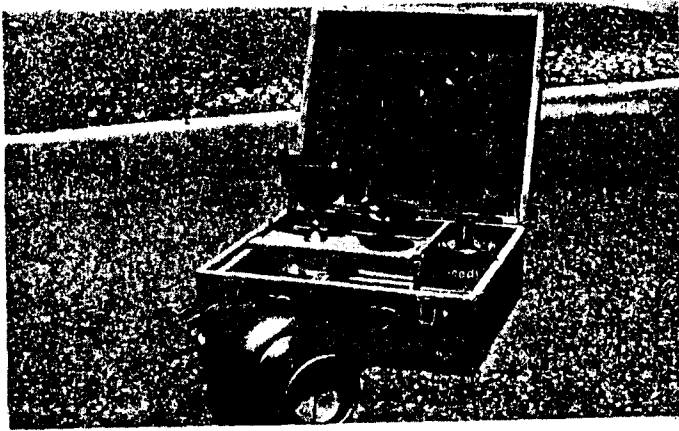


그림 1 급속함수비측정기

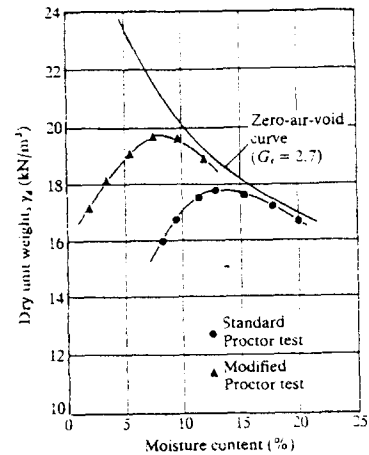


그림 2 표준방법

2.2 최대건조단위중량 산정

최대건조단위중량은 한국공업규격 KSF 2312 의 다짐시험방법에 따라 구하는데, 노체의 다짐시험은 A, B 방법을 사용하고, 노상과 선택층 및 보조기층의 다짐시험은 각각 C, D 방법을 사용한다^{2), 4)}.

표준방법에 의해 최대건조단위중량을 구하기 위해서는 4-5 차례의 다짐시험을 반복하여야 하므로(그림 2), 시간과 비용이 많이 소요된다^{3), 4)}. 그러나 미국의 오하이오주 도로국에서 개발한 일점법은 1 번의 다짐시험으로 최대건조단위중량을 구하는 방법으로^{10), 11)}, 먼저 현장에서 사용한 흙으로 표준다짐시험(A 방법)을 실시하여 다진 흙의 습윤단위중량과 함수비를 구한다. 그다음 오하아오다짐곡선(그림 3)에서 습윤단위중량과 함수비에 일치하는 곡선번호를 찾고, 곡선번호를 이용하여 표 1 에서 최대건조단위중량과 최적함수비를 구한다.

3. 함수비 측정 결과와 분석

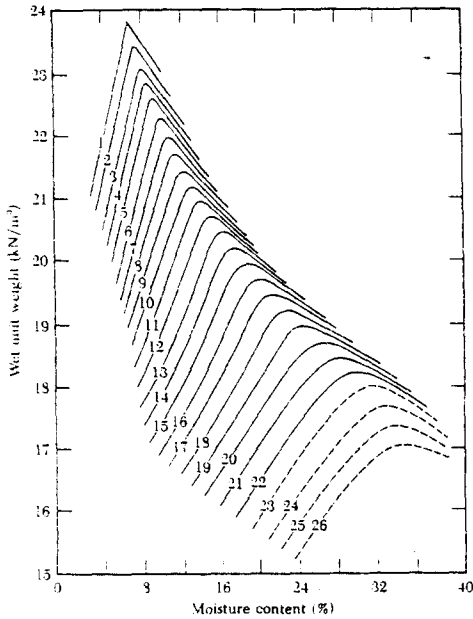


그림 3 오하이오 다짐곡선

표 1. 오하이오다짐곡선에 대한 최대건조단위중량과 최적함수비

| Curve no. | Maximum dry unit weight (kN/m ³) | Optimum moisture content (%) | Curve no. | Maximum dry unit weight (kN/m ³) | Optimum moisture content (%) |
|-----------|--|------------------------------|-----------|--|------------------------------|
| 1 | 22.29 | 6.6 | 14 | 17.23 | 16.9 |
| 2 | 21.87 | 7.2 | 15 | 16.84 | 18.1 |
| 3 | 21.43 | 7.9 | 16 | 16.46 | 19.2 |
| 4 | 21.08 | 8.5 | 17 | 16.10 | 20.3 |
| 5 | 20.75 | 9.0 | 18 | 15.71 | 21.5 |
| 6 | 20.33 | 9.7 | 19 | 15.31 | 22.7 |
| 7 | 19.90 | 10.5 | 20 | 14.87 | 24.4 |
| 8 | 19.53 | 11.2 | 21 | 14.48 | 25.8 |
| 9 | 19.13 | 11.9 | 22 | 14.13 | 27.4 |
| 10 | 18.76 | 12.7 | 23 | 13.76 | 29.5 |
| 11 | 18.39 | 13.5 | 24 | 13.36 | 30.5 |
| 12 | 18.02 | 14.6 | 25 | 13.05 | 31.5 |
| 13 | 17.61 | 15.8 | 26 | 12.75 | 32.5 |

함수비 측정은 전라남도내 지방도, 시도 및 군도 확포장공사에서 사용한 노체, 노상, 선택층, 보조기층의 재료를 대상으로 하여, 동일 현장, 동일위치에서 시료를 채취하여 노건조방법과 급속함수비측정기에 의한 방법의 두가지 방법으로 실시하였다^{6), 7), 8)}. 전체 측정시험은 773 개 시료에 대하여 실시하였으며, 그 중 16 개 시료에 대한 측정결과는 표 2 와 같다.

표 2 에서 보는 바와 같이 노건조방법과 급속함수비측정기를 사용한 함수비측정치는 0.1-0.2 % 보다 작은 차이를 나타내는 거의 유사한 값이었다. 이 차이를 노건조측정치에 대한 비율로 나타내면 불과 0.01-0.03 % 의 비율로 아주 작은 차이에 불과하였다. 다른 700 여 개의 시료에 대한 시험결과도 마찬가지로의 결과를 나타내었다.

따라서, 현장에서 건조단위중량산정에 필요한 함수비 측정을 위해 여러 시간동안 노건조를 하는 방법대신에 급속함수비측정기를 사용하여도 좋을 것으로 판단되며, 이를 통하여 시험 소요시간을 단축함으로써 현장다짐을 신속히 제어할 수 있을 것으로 여겨진다.

표 2. 노건조와 급속함수비측정기에 의한 함수비측정 결과

| 번호 | 시험일 | 공 사 명 | 도 선 스 (A) | | | | | | | | | | 급속함수비측정기(B)평균치(%) | 비고 |
|----|-------|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------------------|----|
| | | | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 1 | 0. 2 | 오산-지리간 | 6.7 | 7.5 | 6.8 | 7.1 | 7.0 | 7.1 | 7.2 | 7.2 | 0.2 | 0.028 | 노 체 측 | |
| 2 | - | 이육-용서간 | 8.9 | 7.6 | 8.3 | 7.4 | 8.1 | 8.4 | 7.8 | 8.1 | - | - | 보조기층 | |
| 3 | 2. 3 | 산정-홍포간 | 5.1 | 6.6 | 5.3 | 5.9 | 6.0 | 6.2 | 5.6 | 5.9 | 0.1 | 0.017 | 노 체 측 | |
| 4 | - | 남창-내룡간 | 6.4 | 7.6 | 6.8 | 7.3 | 7.0 | 6.6 | 6.9 | 6.3 | 0.2 | 0.028 | - | |
| 5 | 2. 18 | 산정-홍포간 | 8.5 | 8.8 | 7.3 | 7.1 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.7 | 0.2 | 0.025 | 보조기층 | |
| 6 | - | 도지-도육간 | 5.9 | 6.7 | 6.4 | 6.2 | 6.6 | 6.8 | 6.6 | 6.7 | 0.1 | 0.015 | 노 체 측 | |
| 7 | 3. 3 | 남안-상사간 | 3.7 | 3.8 | 4.5 | 4.0 | 4.0 | 3.9 | 3.6 | 3.6 | 0.2 | 0.05 | 노 상 | |
| 8 | 3. 4 | 북일-상사간 | 5.6 | 6.0 | 6.2 | 7.1 | 6.2 | 6.2 | 6.0 | 6.1 | 0.1 | 0.016 | - | |
| 9 | - | 이육-용서간 | 6.8 | 6.1 | 5.7 | 6.2 | 6.2 | 6.0 | 6.2 | 6.1 | 0.1 | 0.016 | - | |
| 10 | 3. 9 | 송산-상말간 | 5.7 | 5.4 | 6.7 | 6.0 | 6.1 | 5.8 | 6.0 | 5.9 | 0.2 | 0.022 | - | |
| 11 | 3. 13 | 북일-남안간 | 8.4 | 7.8 | 8.3 | 7.9 | 8.1 | 7.9 | 8.1 | 8.0 | 0.1 | 0.012 | - | |
| 12 | 3. 26 | 북일-덕양간 | 8.8 | 9.0 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.6 | 8.8 | 8.7 | 0.2 | 0.022 | 노 체 측 | |
| 13 | 3. 30 | 북일-일백간 | 3.7 | 7.9 | 8.5 | 8.9 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.3 | 0.2 | 0.023 | - | |
| 14 | 4. 1 | 송산-죽장간 | 7.6 | 7.8 | 8.9 | 7.7 | 8.0 | 8.0 | 8.2 | 8.1 | 0.1 | 0.012 | 노 상 | |
| 15 | 4. 3 | 백암-산어간 | 8.4 | 6.2 | 8.5 | 8.1 | 8.3 | 8.1 | 8.3 | 8.2 | 0.1 | 0.012 | 노 체 측 | |
| 16 | 4. 5 | 다학-간전간 | 8.0 | 7.6 | 8.2 | 8.4 | 8.1 | 8.7 | 7.9 | 8.3 | 0.2 | 0.024 | 노 상 | |

4. 최대건조단위중량 산정 결과와 분석

4.1 시험재료

최대건조단위중량 산정도 전라남도 내 지방도, 시도 및 군도 확포장공사에서 사용한 노체, 노상, 선택층, 보조기층의 재료를 대상으로 하였으며, 노체재료 15 개, 노상재료 138 개, 선택층재료 27 개, 보조기층재료 151 개 에 대하여 실시하였다^{6), 7), 8)}.

시험에 사용한 노체재료의 대부분은 점토질 모래(SC) 또는 실트질 모래(SM)로 분류되었고, 노상재료는 대부분 점토질 모래(SC) 또는 입도불량한 모래(SP)로 분류되었다(표 3). 선택층 재료와 보조기층 재료는 도로공사 표준시방서와 품질기준에 맞추어 사용한 재료로서 모두 비소성재료이며, 대부분 자갈 모래 혼합토 이거나 자갈섞인 모래이었다.

표 3. 노체재료와 노상재료의 공학적 분류

| 공종 | 구분 사업장 (개소) | 공 학 적 분 류 | | | | | | | |
|-----|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|
| | | SC | SM | SP | CH | CL | MH | ML | IH |
| 노 상 | 137 | 104 | 3 | 14 | 7 | 7 | 1 | -- | 1 |
| 노 체 | 15 | 9 | 2 | -- | -- | 3 | -- | 1 | -- |

표 4. 일점법에 의한 오하이오 곡선상의 분포

| 공종 | 구분 사업장 (개소) | 오 하 이 오 다 점 곡 선 인 호 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| 노 체 | 15 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 |
| 노 상 | 139 | 5 | | 1 | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 | 10 | 17 | 20 | 12 | 10 | 10 | 8 | 9 | 8 | 5 | 2 | 2 | | | | |
| 보조기층 | 151 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 선택층 | 27 | 4 | 7 | 7 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.2 산정 결과 분석

위에 설명한 여러 재료에 대하여, 급속함수비측정기를 사용하여 함수비를 측정하고, 표준시험방법과 일점법을 이용하여 최대건조단위중량을 산정하였다.

일점법으로 최대건조단위중량을 산정할 때, 각 시험재료의 오하이오다점곡선 상에서의 분포는 표 4 와 같이 되었다. 노체재료의 함수비는 10-20 % 정도의 값으로 오하이오다점곡선중 주로 8-23 번 곡선에 해당되었고, 노상재료의 함수비도 10-20 % 정도의 값으로 오하이오다점곡선 중 주로 1-21 번 곡선에 해당되었으며, 두 재료 모두 오하이오다점곡선의 좌측하단에 주로 속하였다. 선택층과 보조기층의 함수비는 10 % 이내의 값으로 오하이오다점곡선 중 주로 1-9 번 곡선에 해당되며, 곡선의 좌측상단에 주로 속하였다.

노체재료와 노상재료의 최대건조단위중량은 일점법을 이용하여 구한 값이 표준시험방법에 의하여 구한 값보다 0.03-0.05 g/cm³ 정도로 미소하게 큰 값을 나타내었으며(표 5, 표 6), 이를 표준시험방법의 값에 대한 비율로 나타내면 0.4-2 % 의 차이에 불과한 값으로 거의 대동소이한 값이었다. 또 최적함수비에 대해서도 일점법으로 구한 값이 표준시험방법으로 구한 값보다 0.2-0.5 % 정도로 미소하게 큰 값으로, 비율로 보아서 거의 차이가 없었다. 선택층재료와 보조기층재료의 최대건조단위중량에 대해서도 일점법으로 구한 값이 표준시험방법으로 구한 값보다 0.01-0.03 g/cm³ 정도로 미소하게 큰 값을 나타내었으며(표 7, 표 8), 이를 비율로 나타내면 1.5 % 이하의 차이에 불과한 값으로 거의 같은 값으로 볼 수 있다. 함수비의 차이도 0.1-0.5 % 의 차이로 거의 같은 값이었다.

위와 같은 분석결과를 고찰하여 보면, 일점법에 의한 최대건조단위중량과 최적함수비의 값이 표준시험방법에 의한 값과 거의 같은 결과를 나타내고 있으므로, 표준시험방법 대신에 일점법을 사용하여 최대건조단위중량을 산정하는 것은 타당하며, 이를 통하여 현장다짐관리를 신속하게 제어할 수 있고 시간과 비용을 절약할 수 있을 것으로 판단된다.

표 5 노체재료의 최대건조단위중량 산정시험결과

(1992년 1월~12월)

| No | 시험구 | 이름 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|----|------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 |
| 1 | 1.14 | 수주 낙안-상사간 지방도 | 1.851 | 10.6 | 14 | 16.9 | 1.757 | 16.4 | 1.736 | 0.021 | 1.20 | | | |
| 2 | 1.13 | 수주 북천-북안간 지방도 | 1.906 | 17.05 | 17 | 20.3 | 1.642 | 20.1 | 1.806 | 0.036 | 0.24 | | | |
| 3 | 1.21 | 안도 우동-부성간 지방도 | 1.72 | 12.95 | 18.19 | 22.1 | 1.582 | 21.8 | 1.563 | 0.019 | 1.21 | | | |
| 4 | 1.28 | 가동-홍천 지방도 | 2.109 | 12.0 | 10.11 | 13.10 | 1.894 | 12.9 | 1.781 | 0.023 | 1.22 | | | |
| 5 | 1.41 | 북남 불암-상사간 지방도 | 2.112 | 9.3 | 8.9 | 11.5 | 1.971 | 11.3 | 1.938 | 0.033 | 1.70 | | | |
| 6 | 1.11 | 51 역방 도로-신동간 군도 | 2.013 | 20 | 15.16 | 18.6 | 1.697 | 17.8 | 1.668 | 0.029 | 1.73 | | | |
| 7 | 1.13 | 방포-북성간 지방도 | 2.058 | 19.10 | 12 | 14.6 | 1.837 | 14.4 | 1.802 | 0.035 | 1.94 | | | |
| 8 | 1.11 | 경계-양천간 지방도 | 1.940 | 10.6 | 12.13 | 15.2 | 1.817 | 15.0 | 1.789 | 0.028 | 1.56 | | | |
| 9 | 1.12 | 11 홍천-양천간 지방도 | 1.681 | 21.9 | 22.23 | 25.4 | 1.422 | 27.4 | 1.401 | 0.021 | 1.49 | | | |
| 10 | 1.12 | 21 양계-고양간 지방도 | 1.101 | 8.9 | 3 | 11.2 | 1.992 | 10.8 | 1.984 | 0.008 | 0.4 | | | |
| 11 | 1.12 | 31 안도-도양간 지방도 | 2.024 | 8.9 | 3.10 | 12.3 | 1.932 | 12.3 | 1.906 | 0.026 | 1.36 | | | |
| 12 | 1.12 | 121 신성-북동간 지방도 | 1.874 | 9.7 | 13 | 15.8 | 1.796 | 15.4 | 1.768 | 0.028 | 1.58 | | | |
| 13 | 1.12 | 171 안도-도양간 군도 | 1.836 | 12.1 | 15 | 18.1 | 1.717 | 17.8 | 1.686 | 0.031 | 1.83 | | | |
| 14 | 1.12 | 171 안도-도양간 지방도 | 1.767 | 15.7 | 20.21 | 25.1 | 1.496 | 24.2 | 1.492 | 0.004 | 0.26 | | | |
| 15 | 1.12 | 171 안도-도양간 지방도 | 1.789 | 15.6 | 18.19 | 22.1 | 1.582 | 21.6 | 1.563 | 0.019 | 1.21 | | | |

표 6 노상재료의 최대건조단위중량 산정시험결과

(1992년 1월~12월)

| No | 시험구 | 이름 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|----|------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 |
| 1 | 1.14 | 수주 낙안-하대간 지방도 | 1.773 | 11.4 | 16 | 19.2 | 1.578 | 18.9 | 1.554 | 0.024 | 1.45 | | | |
| 2 | 1.14 | 수주 상사-북동간 군도 | 3.044 | 12.8 | 12 | 14.6 | 1.838 | 14.4 | 1.812 | 0.026 | 1.43 | | | |
| 3 | 1.17 | 보성 화천-북동간 군도 | 1.854 | 12.95 | 16 | 19.2 | 1.678 | 18.7 | 1.657 | 0.021 | 1.26 | | | |
| 4 | 1.21 | 나주 산포-양천간 군도 | 2.015 | 20 | 15.16 | 18.6 | 1.697 | 19.1 | 1.672 | 0.024 | 1.43 | | | |
| 5 | 1.21 | 반도 강동-북동간 군도 | 1.860 | 11.75 | 14.15 | 17.5 | 1.737 | 17.4 | 1.712 | 0.025 | 1.46 | | | |
| 6 | 1.27 | 보성 북천-양천간 지방도 | 2.174 | 11 | 8.9 | 11.55 | 1.971 | 11.2 | 1.938 | 0.033 | 1.70 | | | |
| 7 | 1.21 | 61 나주 양천-북동간 군도 | 1.850 | 11.75 | 14.15 | 17.5 | 1.737 | 17.6 | 1.718 | 0.019 | 1.19 | | | |
| 8 | 1.21 | 41 양천-북동간 군도 | 1.802 | 12.4 | 1.5 | 19.2 | 1.678 | 18.7 | 1.654 | 0.024 | 1.45 | | | |
| 9 | 1.21 | 21 안성-양천간 군도 | 1.973 | 10.9 | 11.12 | 14.0 | 1.856 | 13.5 | 1.834 | 0.022 | 1.19 | | | |
| 10 | 1.27 | 양성 용천-북동간 군도 | 2.089 | 5.7 | 6 | 9.7 | 2.073 | 9.4 | 2.047 | 0.026 | 1.27 | | | |
| 11 | 1.31 | 31 안성-양천간 지방도 | 1.863 | 6.1 | 10.11 | 13.1 | 1.994 | 12.8 | 1.967 | 0.027 | 1.44 | | | |
| 12 | 1.31 | 31 수주 북천-북안간 군도 | 1.935 | 12.15 | 12.13 | 15.2 | 1.817 | 15.0 | 1.796 | 0.021 | 1.16 | | | |
| 13 | 1.26 | 경주 안동-북동간 지방도 | 2.013 | 14.05 | 13.14 | 16.3 | 1.775 | 16.1 | 1.758 | 0.018 | 1.00 | | | |

표 7 선택층재료의 최대건조단위중량 산정시험결과

(1992년 1월~12월)

| No | 시험구 | 이름 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|----|------|------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 |
| 1 | 1.22 | 양계-고양간 지방도 | 2.194 | 4.9 | 2 | 3.6 | 2.230 | 6.2 | 2.206 | 0.024 | 1.08 | | | |
| 2 | 1.10 | 수주 용천-양천간 지방도 | 2.235 | 4.25 | 1.2 | 3.9 | 2.251 | 6.6 | 2.242 | 0.009 | 0.40 | | | |
| 3 | 1.91 | 해남 유수정-북동간 군도 | 2.193 | 3.17 | 5.7 | 10.1 | 2.051 | 9.8 | 2.043 | 0.008 | 0.39 | | | |
| 4 | 1.21 | 수주 상사-북동간 군도 | 2.183 | 4.65 | 2 | 7.2 | 2.230 | 7.0 | 2.216 | 0.014 | 0.63 | | | |
| 5 | 1.10 | 북천-미천간 지방도 | 2.276 | 4.37 | 1 | 6.5 | 2.273 | 6.1 | 2.266 | 0.007 | 0.30 | | | |
| 6 | 1.12 | 경계-북동간 지방도 | 2.232 | 6.3 | 4 | 3.5 | 2.149 | 3.4 | 2.136 | 0.013 | 0.60 | | | |
| 7 | 1.26 | 양성 용천-북동간 군도 | 2.230 | 6.6 | 4 | 8.5 | 2.149 | 8.2 | 2.128 | 0.021 | 0.98 | | | |
| 8 | 1.41 | 북남 불암-북동간 지방도 | 2.181 | 4.8 | 3 | 7.9 | 2.185 | 7.4 | 2.158 | 0.027 | 1.25 | | | |
| 9 | 1.41 | 101 수주 용천-북동간 군도 | 2.078 | 4.7 | 4.5 | 3.7 | 2.132 | 3.4 | 2.116 | 0.016 | 0.75 | | | |
| 10 | 1.30 | 양성 용천-북동간 군도 | 2.295 | 5.1 | 1 | 6.6 | 2.273 | 6.4 | 2.253 | 0.010 | 0.44 | | | |
| 11 | 1.12 | 양성 대곡-북동간 군도 | 2.271 | 5.2 | 1.2 | 6.9 | 2.251 | 6.5 | 2.246 | 0.005 | 0.22 | | | |
| 12 | 1.17 | 유수정-북동간 지방도 | 2.287 | 6.1 | 2.3 | 7.5 | 2.207 | 7.4 | 2.181 | 0.026 | 1.19 | | | |
| 13 | 1.31 | 용천-북동간 지방도 | 2.267 | 5.25 | 3 | 9.0 | 2.116 | 8.7 | 2.104 | 0.012 | 0.57 | | | |

표 8 보조층재료의 최대건조단위중량 산정시험결과

| No | 시험구 | 이름 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|----|------|---------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 | 시험방법 | 시험조건 |
| 1 | 1.05 | 나주 양천-북동간 군도 | 2.127 | 5.9 | 6 | 9.7 | 2.073 | 9.2 | 2.042 | 0.031 | 1.51 | | | |
| 2 | 1.31 | 양성 용천-북동간 군도 | 2.048 | 6.95 | 7 | 10.5 | 2.029 | 10.3 | 2.004 | 0.025 | 1.24 | | | |
| 3 | 1.15 | 안도-도양간 지방도 | 2.163 | 7.05 | 5 | 9.0 | 2.116 | 8.7 | 2.087 | 0.029 | 1.58 | | | |
| 4 | 1.15 | 북남 불암-북동간 지방도 | 2.194 | 6.9 | 4.5 | 3.75 | 2.132 | 6.4 | 2.116 | 0.016 | 0.75 | | | |
| 5 | 1.23 | 용천-북동간 지방도 | 2.204 | 9.25 | 7 | 10.5 | 2.029 | 10.1 | 2.011 | 0.018 | 0.89 | | | |
| 6 | 1.25 | 나주 산포-북동간 군도 | 2.055 | 6.55 | 7 | 10.5 | 2.029 | 10.2 | 2.008 | 0.021 | 1.04 | | | |
| 7 | 1.23 | 용천-북동간 지방도 | 2.262 | 9.5 | 6 | 9.7 | 2.073 | 9.7 | 2.046 | 0.027 | 1.31 | | | |
| 8 | 1.31 | 양성 대곡-북동간 지방도 | 2.171 | 4.2 | 2 | 7.2 | 2.030 | 7.4 | 2.004 | 0.026 | 1.17 | | | |
| 9 | 1.24 | 대곡-북동간 군도 | 2.198 | 7.2 | 5 | 9.0 | 2.116 | 8.7 | 2.101 | 0.015 | 0.71 | | | |
| 10 | 1.31 | 여천 백사-북동간 군도 | 2.188 | 6.1 | 4 | 3.5 | 2.149 | 3.1 | 2.131 | 0.018 | 0.84 | | | |
| 11 | 1.31 | 진서-북동간 지방도 | 2.222 | 4.95 | 2.3 | 7.5 | 2.208 | 7.5 | 2.191 | 0.017 | 0.77 | | | |
| 12 | 1.31 | 61 가동-북동간 지방도 | 2.229 | 6.35 | 3.4 | 3.5 | 2.167 | 3.2 | 2.143 | 0.024 | 1.11 | | | |
| 13 | 1.12 | 양성 용천-북동간 군도 | 2.166 | 6.3 | 5 | 9.0 | 2.116 | 8.7 | 2.093 | 0.023 | 1.09 | | | |

노건조방법과 표준시험방법에 의한 최대건조단위중량의 산정에 소요되는 시간과, 급속함수비측정기와 일점법에 의한 최대건조단위중량의 산정에 소요되는 시간을 대략 비교하면 표 9 와 같이 된다. 전자에 의한 방법이 25 시간 이상 소요되는 비하여, 후자에 의한 방법은 불과 40 분 정도 소요되는 것을 알 수 있다. 또 전자에 의한 방법은 대부분 실내시험을 필요로 하지만 후자에 의한 방법은 대부분 현장에서 신속하게 처리할 수 있으므로, 이를 통하여 현장다짐관리를 신속하게 제어할 수 있고 시간과 비용을 절약할 수 있을 것으로 여겨진다.

표 9. 최대건조단위중량 산정 소요시간의 비교

| 시험방법 | 시료취 | 현 | | | | | 실 | | | | | 소요시간 |
|------|-----|------|------|------|--------|------|-----|-----|-----|--------|------|------|
| | | 습윤단위 | 습윤밀도 | 시험시점 | 최대건조단위 | 중기 및 | 시험 | 노건조 | 습윤비 | 최대건조단위 | 중기 및 | |
| 일점법 | 5분 | 5분 | 5분 | 20분 | 5분 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 40분 |
| 표준 | 5분 | 5분 | 불기 | 불기 | 불기 | 5분 | 시간 | 시험 | 5분 | 10분 | 표준 | |

5. 결 론

본 연구에서는 도로공사시 현장다짐관리를 신속히 제어하기 위한 방안의 하나로, 현장건조단위중량 및 최대건조단위중량을 간편하면서 신속하게 구하는 방법에 대하여 연구하였다. 현장건조단위중량을 산정하기 위하여 필요한 함수비에 대하여 노건조와 급속함수비측정기를 사용한 결과를 비교하고, 최대건조단위중량 산정은 미국의 오하이오 도로국에서 제안한 일점법과 표준시험방법을 비교검토하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 현장에서 건조단위중량산정에 필요한 함수비측정을 위해 여러 시간 동안 노건조를 하는 방법대신에 급속함수비측정기를 사용해도 좋을 것으로 판단된다.
2. 점토질 모래 또는 실트질 모래로 분류되는 노체재료와 점토질 모래 또는 입도불량한 모래로 분류되는 노상재료의 최대건조단위중량과 최적함수비는, 표준시험방법으로 구한 값보다 일점법으로 구한 값이 미세하게 큰 값으로 거의 동일한 값을 나타내었다.
3. 도로공사 표준시방서와 품질기준에 적합한 선택층재료와 보조기층 재료의 최대건조단위중량과 최적함수비도, 표준시험방법으로 구한 값보다 일점법으로 구한 값이 미세하게 큰 값으로 거의 동일한 값을 나타내었다.
4. 도로공사표준시방서에 규정하고 있는 품질의 토공재와 보조기층재를 사용하여 다짐을 한 노체, 노상, 선택층 및 보조기층의 최대건조단위중량을 산정하기 위하여 일점법을 사용하는 것은 타당하며, 일점법에 의하여 최대건조단위중량을 산정함으로써 현장다짐관리를 신속하게 제어할 수 있고 시간과 비용을 절약할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설부, 도로공사표준시방서, 1985.
2. 건설부, 도로포장설계시공지침, 1991.
3. 공업진흥청, 한국공업규격 KSF 2301, 2302, 2303, 2304, 2306, 2311, 2312, 1991.
4. 권 호진, 진 명섭, 최신 도로공학, 기문당, 1994.
5. 김 상규, 토질시험, 동명사, 1982.
6. 전라남도 도로관리사업소, 건설공사 품질시험 업무보고, 1992.
7. 전라남도 도로관리사업소, 품질시험 년도별 현황, 1991-1993.
8. 전라남도 도로관리사업소, 품질시험편람, 1993.
9. 한국도로공사, 건설공사 품질시험 편람, 1992.
10. Braja, M. Das, Principles of Foundation Engineering, PWS KENT, 1990.
11. Braja, M. Das, Principles of Geotechnical Engineering, PWS KENT, 1985.